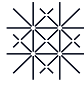

Universität Zürich[UZH]

ETH zürich

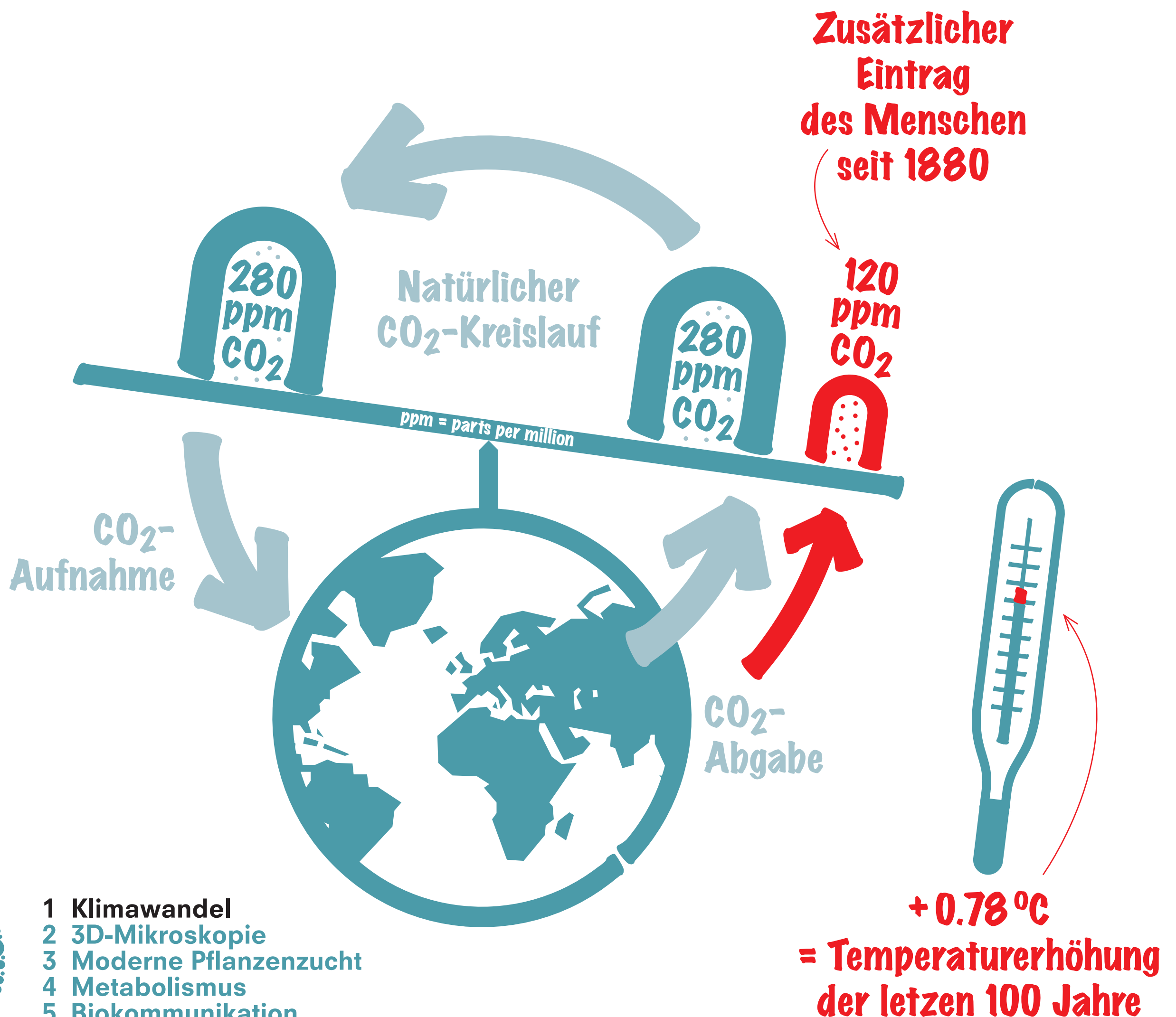

Universität Basel

· EXPERIMENTE
· LABORBESUCHE
· REFLEXION
· SELBER-FORSCHEN

Zurich-Basel Plant Science Center

FORSCHUNGS-HEFT #1

Klimawandel




PSC DISCOVERY WORKSHOPS

1 Klimawandel
2 3D-Mikroskopie
3 Moderne Pflanzenzucht
4 Metabolismus
5 Biokommunikation
6 Adaptive Evolution
7 Symbiose
8 Genome Editing

Quellen: Intergovernmental Panel on Climate Change, Fifth Assessment Report, IPCC AR5 und World Meterological Organization, WMO
ppm: parts per million / Teile in einer Million

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.com

In den nächsten Jahrzehnten wird der Klimawandel in der Schweiz spürbar werden. In Zukunft werden die Sommer heisser und trockener. Es wird häufiger extreme Wetterereignisse (Starkregenfälle, Hitzewellen, Dürreperioden) geben. In diesem Workshop wirst du die Auswirkungen von Trockenheit und Überschwemmung auf den Gasaustausch einer Pflanze untersuchen. Du wirst lernen, wie man Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf in Ökosystemen messen kann. Du hast die Möglichkeit, mit Forschenden über die Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion zu diskutieren.

Alle Forschenden haben ein Notizbuch – Das ist dein FORSCHUNGSHEFT für den Workshop: Klimawandel. Du kannst es benutzen, um Notizen zu machen, zu zeichnen oder einfach nur, um hineinzukritzeln. Wir empfehlen, dass du deine Beobachtungen und Fragen notierst. Es ist dein Arbeitsbuch. Wir laden dich ein, mitzudenken und kreativ zu sein.



Weitere Materialien zur Vor- und Nachbereitung der Inhalte des Forschungsheftes stehen für Lehrpersonen zum Download unter folgendem Link zur Verfügung:

www.plantsciences.uzh.ch/de/outreach/discovery.html

VORWISSEN

- **natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt**
- **Blattanatomie**
- **Fotosynthese**

AUSWIRKUNG VON TROCKENSTRESS



Abb. 1
Die Pflanzen auf der linken Bildseite wurden mit 30% weniger Wasser behandelt als diejenigen rechts und zeigen starke Zeichen von Trockenstress.

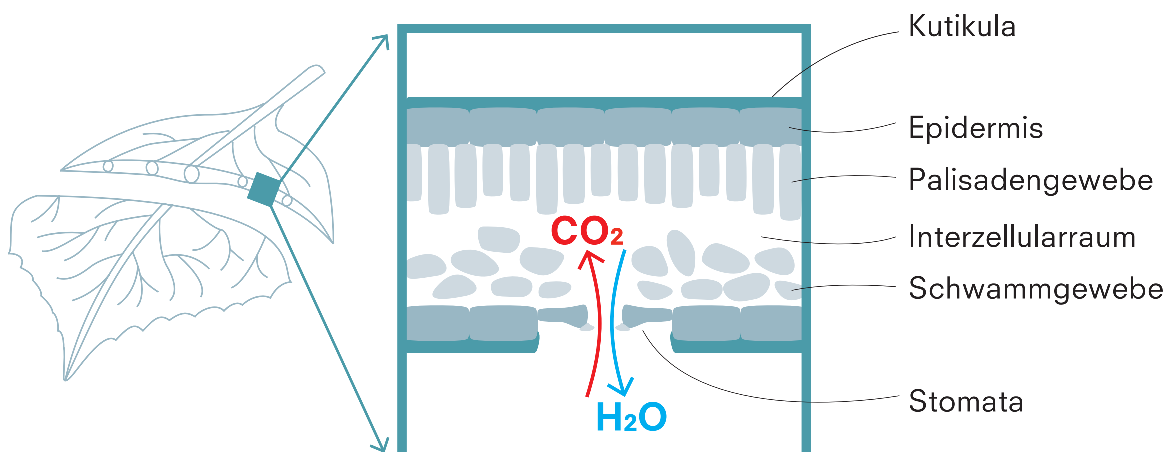


Abb. 2
Blattaufbau & Gasaustausch
Die Spaltöffnungen (lat. Stomata) sind von zwei Schliesszellen umgebene Poren in Blättern und Stängeln, die den Gasaustausch (CO_2 und H_2O) der Pflanze mit der Umgebung regulieren.

WIE IST DIE FOTOSYNTHESE AN DAS KLIMA GEKOPPELT?

Bei Trockenheit nimmt die Luft- und Bodenfeuchtigkeit ab. Der Nachschub an Wasser über die Wurzeln zu den Blättern ist nicht mehr gewährleistet. Die Pflanzen schliessen die Spaltöffnungen, der Gasaustausch wird reduziert, d. h. die Fotosyntheserate sinkt.

Gasaustauch = Fotosynthese + Transpiration

Die Fotosyntheserate verändert sich über 24 h

Im Laufe von 24 Stunden ist die Netto-Fotosyntheserate Schwankungen unterworfen, die abhängig sind von (a) der Lichtintensität, d. h. dem Vorhandensein fotosynthetisch wirksamer Strahlung, (b) dem Schliessen der Spaltöffnungen zur Regulierung der Transpirationsrate, (c) der Atmung: die Pflanze veratmet einen Teil der Fotosyntheseprodukte sofort wieder.

Netto-Fotosynthese = Fotosynthese – Atmung

Verminderte Fotosyntheserate schlägt sich im Wachstum nieder

Stomata reagieren schnell und sensibel auf beginnende Trockenheit, lange bevor eine Pflanze welkt oder andere Schädigungen des Gewebes eintreten. Die Stomata bleiben geschlossen. Langandauernde Trockenheit über mehrere Tage reduziert auf Grund der geschlossenen Stomata die Transpirations- und Fotosyntheseraten über die gesamte Trockenperiode und schlägt sich dadurch im Wachstum nieder. Prognostizierte Hitzesommer werden also die Fotosynthese und das Wachstum der betroffenen Pflanzen reduzieren.

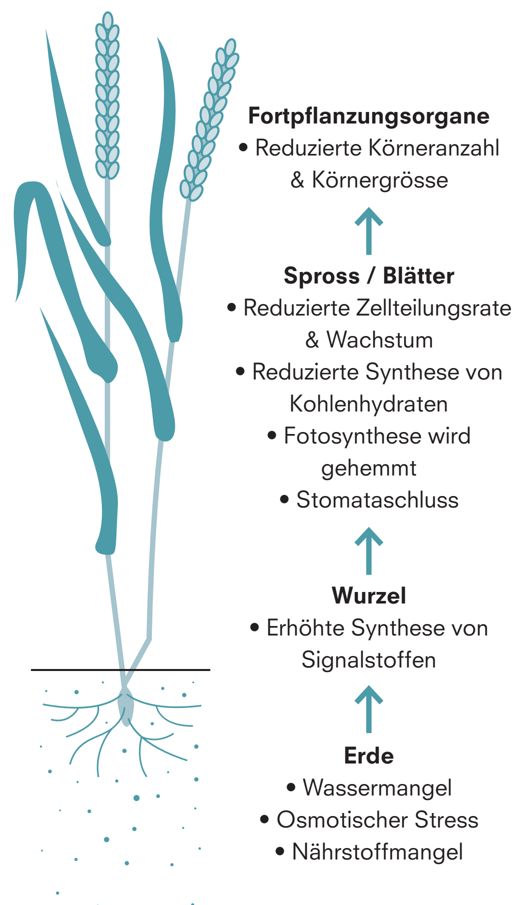
Transpiration

Die Pflanze reguliert aktiv durch das Schliessen der Spaltöffnungen die Transpiration, um Wasser zu sparen und Konsequenzen wie das Absterben von Blattmaterial oder das Welken zu vermeiden.

Akklimatisation

Pflanzen können sich an Trockenheit anpassen. Diese Fähigkeit entscheidet darüber, ob sie mit den prognostizierten Hitze- und Trockenperioden umgehen werden können. Die Akklimatisation entsteht durch verschiedene physiologische Anpassungen der Pflanzen. Siehe **Abbildung 3**.

Abb. 3
Anpassung der Pflanze an Trockenstress



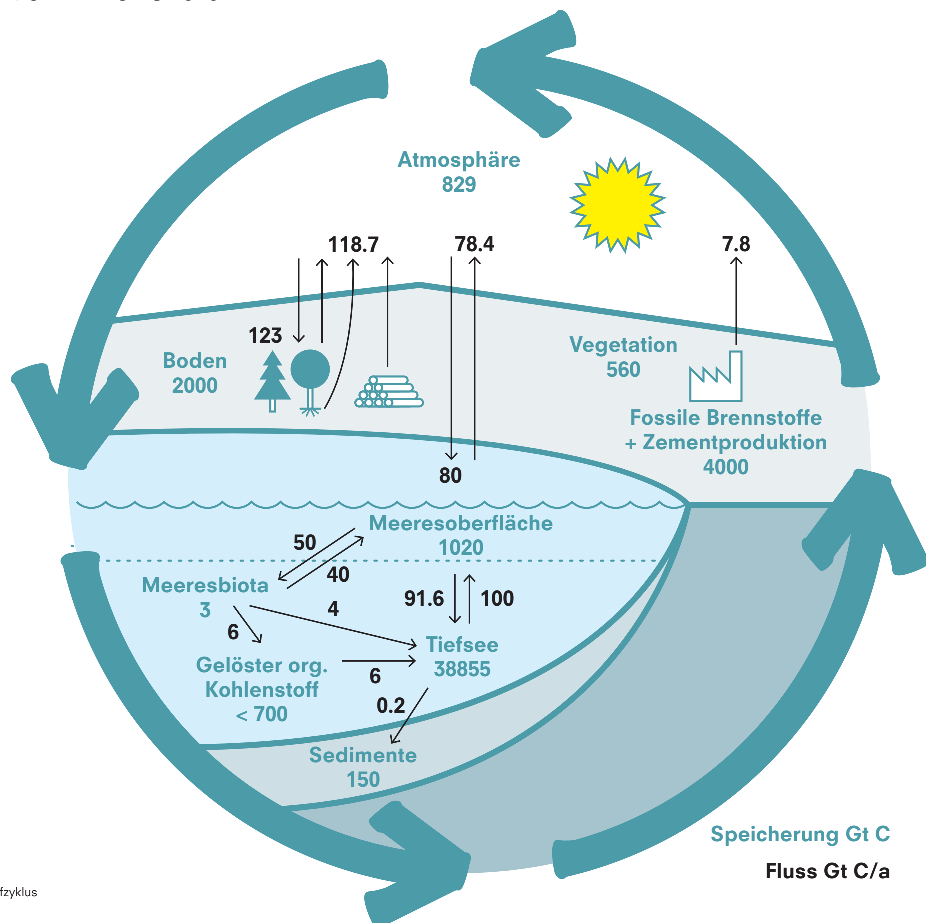
DEM CO_2 AUF DER SPUR — KOHLENSTOFFKREISLAUF UND KLIMAWANDEL

Als Kohlenstoffkreislauf bezeichnen Forschende den Weg, den der Kohlenstoff durch das Erdsystem nimmt. Dabei durchläuft er diverse Stationen zu Land, zu Wasser und in der Luft. Siehe **Abbildung 4**. Der Mensch verändert den Kohlenstoffkreislauf tiefgreifend, wenn er fossile Treibstoffe verbrennt und Wälder rodet. Als Folge steigt die Konzentration kohlenstoffhaltiger Verbindungen wie Kohlendioxid und Methan in der Luft an. Jedoch bleiben nur etwa 44 Prozent des Kohlenstoffs, der in Form von Kohlendioxid freigesetzt wird, in der Atmosphäre. Den Rest nehmen die Ozeane und die Landbiosphäre auf. Durch Pflanzen werden pro Jahr etwa 123 Gt Kohlendioxid gebunden, davon werden 118.7 Gt durch pflanzliche Atmung und Bodenatmung wieder in die Atmosphäre freigesetzt, der Rest wird als Biomasse gebunden oder in den Boden eingetragen. Wälder sind wichtige Kohlenstoffsenken, die einen Grossteil des atmosphärischen CO_2 aufnehmen und im Holz speichern. Werden diese gerodet und durch landwirtschaftliche Ackerflächen verdrängt, kann CO_2 nicht langfristig gespeichert werden. Bei Ackerflächen oder Wiesen und Weiden funktioniert lediglich der Boden als Kohlenstoffsenke. Die durch den Klimawandel bedingten höheren Temperaturen intensivieren die Atmung des Bodens, wodurch mehr Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangt. Solche Rückkopplungen werden von Forschenden untersucht, um die Auswirkungen des Klimawandels auf den Kohlenstoffkreislauf zu verstehen.

Abb. 4

Der Kohlenstoffkreislauf

Die blauen Zahlen zeigen an, wie viele Milliarden Tonnen oder Giga-Tonnen Kohlenstoff (Gt C) in den verschiedenen Reservoiren vorhanden sind; die schwarzen Zahlen geben an, wie viel Kohlenstoff zwischen den einzelnen Speichern pro Jahr (Gt C/a) ausgetauscht wird.



Quellen: Global Carbon Projekt
www.globalcarbonproject.org und
https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffzyklus
Zahlen: IPCC, 2013, WG1, Fig.6-1

ÜBERSICHT
WAS WIRST DU HEUTE MACHEN?

Experimenteller Ablauf

In diesem Experiment wirst du den Gasaustausch von Nutzpflanzen mithilfe eines Kohlendioxidmessgerätes (CO_2-Gassensor) und eines Blatt-Porometers untersuchen. So kannst du die Kohlendioxidkonzentration und die stomatäre Leitfähigkeit von Pflanzen messen, die unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt waren.

Beobachten
Protokoll 1: Mikroskopieren
Vermuten
Protokoll 2: Messen der CO_2-Konzentration mit dem CO_2-Gassensor
Protokoll 3: Messen der stomatären Leitfähigkeit mit dem Blatt-Porometer
Analysieren
Diskutieren

Aufgaben zur Vertiefung

Selber-Forschen am Beispiel von Swiss FluxNet, dem Schweizer Netzwerk zum Messen des Gasaustauschs von Ökosystemen
www.swissfluxnet.ch

Vorbereitung

Vor dem Experiment werden einzelne Nutzpflanzen (z. B. Mais, Bohnen, Erbsen) in Töpfen angepflanzt. Sie werden unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt, etwa einer «Überschwemmung», indem der Topf in einen Übertopf mit Wasser gesetzt wird, wodurch die Erde überflutet ist, oder «weniger giessen», um eine Dürre zu simulieren, oder einer hohen Kohlendioxidkonzentration durch Ausatmen in eine durchsichtige Plastiktüte, die dann über die Pflanze gestülpt wird.

Anzucht
Säe je zwei Samen pro Nutzpflanze in 1 Liter grosse Töpfe mit normaler Blumenerde – für jede Nutzpflanze 3 Töpfe. Stelle die Töpfe auf eine Fensterbank oder in ein gut belichtetes Gewächshaus bei Raumtemperatur (ca. 20°C). Nach der Keimung kannst du den schwächeren Sämling wegwerfen. Die Pflanzen können etwa 2–3 Wochen nach der Keimung für die Experimente verwendet werden. Beginne mit der Stressbehandlung fünf Tage vor dem Experiment. Dafür wird pro Nutzpflanze einer der drei Töpfe einmalig mit Leitungswasser überflutet. Der zweite Topf wird nicht bewässert. Die Kontrollgruppe wird alle 2 Tage gegossen.

Materialien

- ○ Frische Pflanzenblätter von Mais, Bohnen und Erbsen. Die Blätter sollten robust sein und eine Oberfläche von mindestens 1.5 x 2 cm haben.
- ○ durchsichtigen Nagellack
- ○ Objektträger
- ○ Pinzette
- ○ Klebeband
- ○ Digitales Mikroskop mit einer Vergrösserung von 20x–50x
- ○ Blatt-Porometer (Decagon Devices, Inc.)
- ○ CO_2-Gassensor mit Data Logger (Vernier, www.vernier.com)

BEOBACHTEN

Du hast drei Versuchspflanzen vor dir stehen.
Beobachte die drei Pflanzen. Siehst du Unterschiede (z. B. Farbe, Grösse, welk, dürr, etc.), die von der Behandlung stammen könnten?

Meine Beobachtungen:

- Pflanze T: Trockenheit

- Pflanze Ü: Überflutung

- Pflanze K: normal gegossen (Kontrolle)

MIKROSKOPIEREN

Nimm von jeder Versuchspflanze ein Blatt und präpariere gemäss PROTOKOLL 1 einen Blattabdruck. Lege den Blattabdruck unter das Mikroskop.

- Kannst du die Spaltöffnungen erkennen?
- Was denkst du, sind sie offen oder geschlossen?
- Siehst du eventuell sogar Unterschiede zwischen den Versuchspflanzen?

Notiere deine Beobachtungen.

PROTOKOLL 1
STOMATA UND ANDERE OBERFLÄCHENMERKMALE VON BLÄTTERN SICHTBAR MACHEN

1. Nimm ein Blatt von der Versuchspflanze und klebe ein 2 cm langes Klebeband auf die Unterseite des Blattes. Pinsel drei dicke Streifen Nagellack über das Klebeband. Siehe Abbildung 5.

2. Lass den Lack eintrocknen. Das Klebeband wird mit der Pinzette von einer Ecke her abgezogen und auf einen Objektträger gelegt. Auf den Nagellackstreifen befindet sich der Abdruck der Blattunterseite. ACHTUNG: Die Nagellackstreifen sollten auf keinen Fall festgedrückt werden. Falls die Nagellackstreifen brechen, müsste der Nagellack dicker aufgetragen werden. Dazu kann man eine zweite Schicht auftragen, sobald die erste Schicht trocken ist.

3. Der Abdruck der Blattunterseite wird unter dem Mikroskop betrachtet.

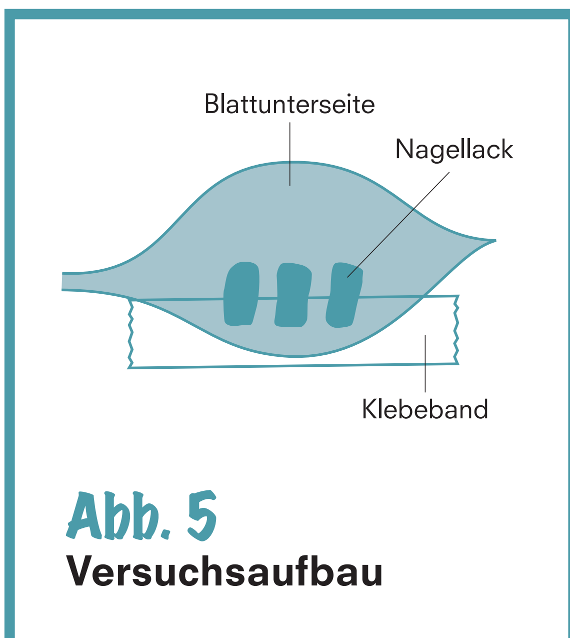


Abb. 5
Versuchsaufbau

VERMUTEN

Die Pflanzen nehmen über ihre Spaltöffnungen CO_2 aus der Luft auf, um Fotosynthese zu betreiben. Was denkst du, welche der drei Pflanzen macht am meisten Fotosynthese, welche am wenigsten?

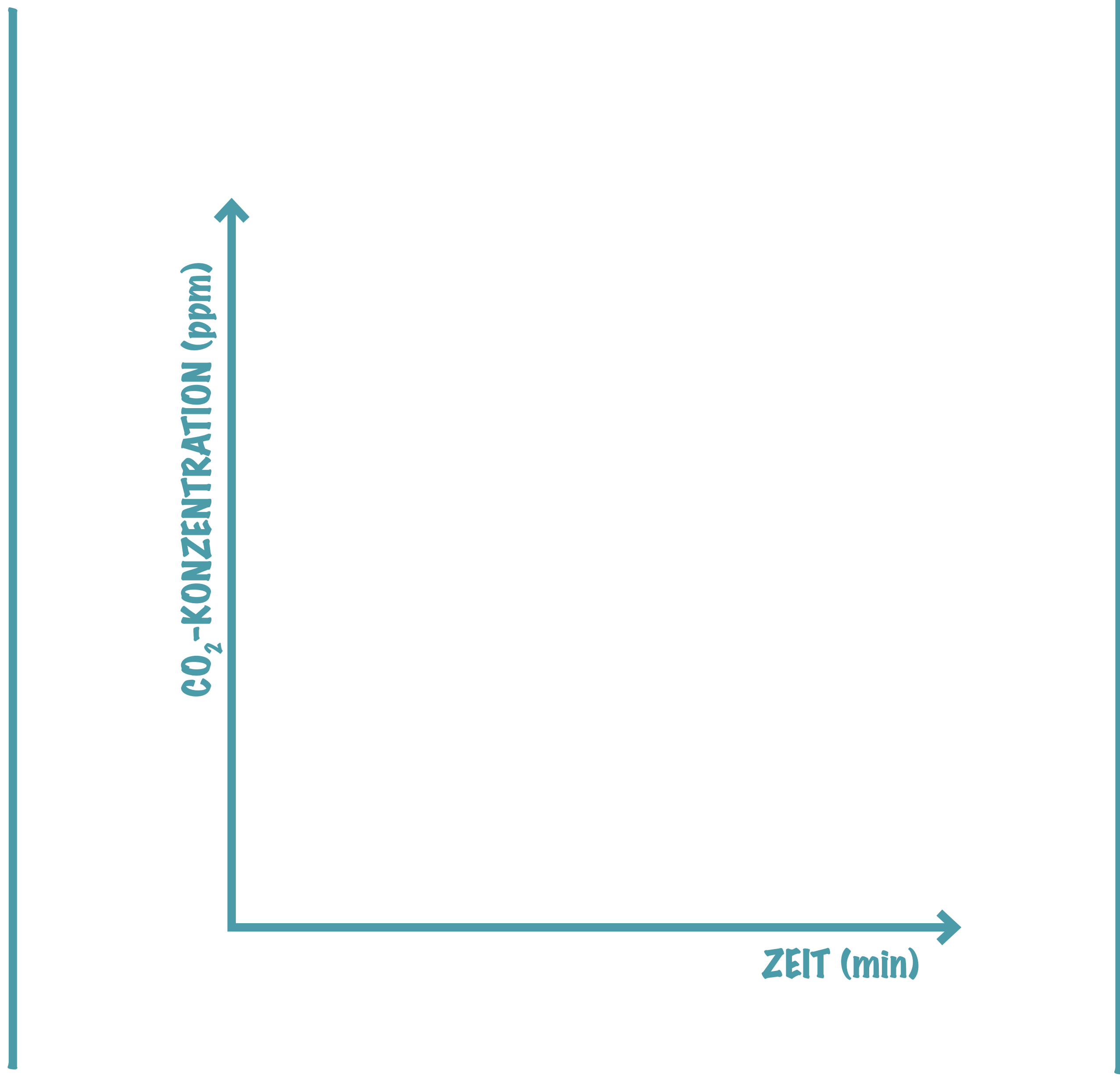
Beachte: Die Pflanzen geben durch die Spaltöffnungen auch Wasserdampf ab und sie können die Weite der Spaltöffnungen regulieren. Beziehe deine Beobachtung vom Blattabdruck mit ein.

Meine Vermutung:

- Pflanze T: Trockenheit
- Pflanze Ü: Überflutung
- Pflanze K: normal gegossen (Kontrolle)

MESSEN DER CO_2-KONZENTRATION

Der CO_2-Gassensor ist ein Messgerät, mit dem du die CO_2-Konzentration erfassen kannst. Miss bei allen drei Pflanzen gemäss PROTOKOLL 2 den CO_2-Verbrauch als Mass dafür, wie stark die Pflanzen Fotosynthese machen. Zeichne für jede Pflanze die Kurve ins Diagramm. Verwende für jede Pflanze eine andere Farbe.

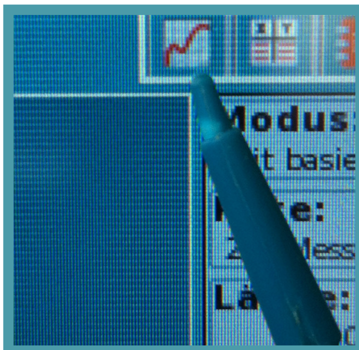


PROTOKOLL 2
MESSEN DER CO_2-KONZENTRATION

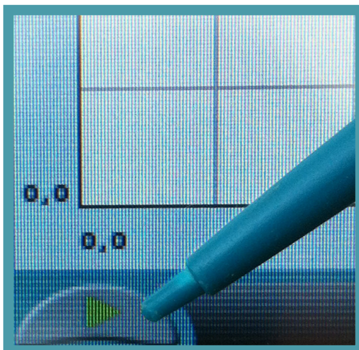


1. CO_2-Sensor auf «LOW» einstellen und im Logger einstecken.

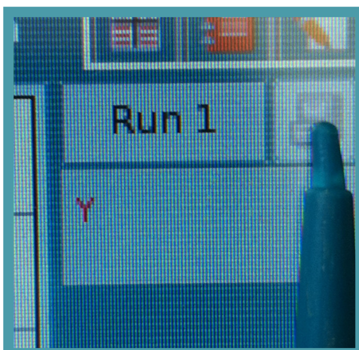
2. Blatt im Gefäss platzieren.



3. Graph-Icon auswählen.



4. Messungen starten, 10 Minuten warten. (Es wird gemessen, wieviel CO_2 in 10 Minuten vom Blatt aufgenommen wird.)



5. Auf «New Run – «Schubladen»-Icon» klicken.

6. Auf «Alle Läufe» klicken, um die überlappende Kurve zu sehen.

MESSEN DER STOMATÄREN LEITFÄHIGKEIT

Mit Hilfe des Blatt-Porometers kann man die stomatäre Leitfähigkeit messen und damit die Transpiration abschätzen. Das Gerät misst die Luftfeuchtigkeit direkt über einem Blatt zu zwei Zeitpunkten. Aus der Differenz der Luftfeuchten, der Zeit der Messung und der Fläche des Blattes wird der Wasserdampf-Fluss berechnet. Daher wird die Einheit des Wasserdampf-Flusses in $mmol/m^2/s$ angegeben.

Hinweis: Die stomatäre Leitfähigkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ist der Wert unter 100, sind die Spaltöffnungen fast geschlossen und es findet kaum Gasaustausch statt. Ist der Wert höher als 200, findet viel Gasaustausch statt.

Miss nun an jeder der drei Versuchspflanzen gemäss PROTOKOLL 3 ein Blatt.

PROTOKOLL 3
MESSEN DER STOMATÄREN LEITFÄHIGKEIT

BEDIENUNG POROMETER

WICHTIG: Bevor du das Porometer bedienst, achte bitte auf folgende Punkte:
- Miss in der Mitte eines grünen Blattes.
- Miss keine nassen Stellen. Die Feuchtigkeitssensoren ertragen das nicht.
- Die weisse Scheibe am Messkopf nie berühren.
- Halte den Messkopf richtig, d. h. die Klammer ganz hinten (siehe Illustration).

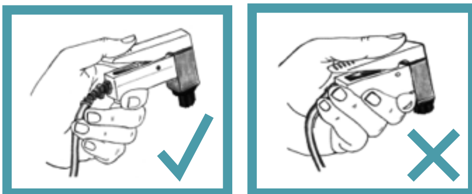
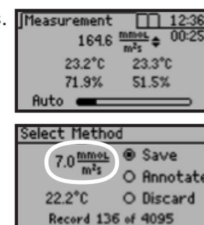




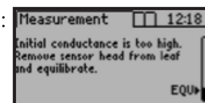
Abb. 6
Porometer

STOMATÄRE LEITFÄHIGKEIT MESSEN

1. Das Gerät einschalten: (⏻)
2. Auf dem Gerät erscheint der Wert der letzten Messung. Drücke ENTER, um in den Mess-Modus zu kommen.
3. Erscheint [Measurement 11:45 / Place sensor head on leaf. / EQU], ist das Gerät bereit für die nächste Messung. Platziere nun sorgfältig den Sensorkopf am Blatt (weisse Scheibe unten) und drücke ENTER
4. Auf dem Bildschirm wandert nun der schwarze Balken neben «Auto» nach rechts. Warte, bis die Messung fertig ist, und notiere den Wert in deine Tabelle. Drücke danach ▽ «Discard» und dann ENTER, um die Messung zu löschen.



5. Nach der Messung ist die Feuchtigkeit im Messkopf oft zu hoch für die nächste Messung. Entfeuchte den Messkopf, indem du ENTER drückst. Es erscheint:



Schwenke den geöffneten Messkopf etwas von oben nach unten in der Luft, bis der rechte Balken heruntergewandert ist und das Gerät wieder bereit ist für die nächste Messung. Wiederhole die Punkte 3 bis 5, bis du alle Messungen gemacht hast.

6. Bist du fertig mit den Messungen und hast den Messkopf entfeuchtet, kannst du das Gerät ausschalten (⏻)

Notiere die Grösse des Wasserdampf-Flusses]

Stomatäre Leitfähigkeit	Pflanze T	Pflanze Ü	Pflanze K
mmol/m²/s			

DISKUTIEREN

Versuche nun zu begründen, weshalb sich die Resultate mit deiner anfänglichen Vermutung decken oder davon abweichen.

- Woran könnte das liegen?
- Gibt es weitere Faktoren, die einen Einfluss auf deine Resultate gehabt haben könnten?

Mein Fazit:

GRATULIERE, du hast gerade Forschung gemacht!

ANALYSIEREN

Du hast untersucht, wie stark die Versuchspflanzen im Moment Gasaustausch machen. Gehe zurück zu deiner anfänglichen Vermutung. Konnte sie durch alle deine Messresultate bestätigt werden? Oder wurde sie nur teilweise bestätigt?

Meine Analyse:

TAKE HOME

Unter dem folgenden Link kannst du dir Echtzeitmessungen von CO_2-Flüssen von einem Ackerfeld im Livestream ansehen (Swiss FluxNet-Station in Oensingen).

Allgemein: www.gl.ethz.ch/research/bage/fluxnet-ch.html

Oensingen: www.gl.ethz.ch/infrastructure/sites/oensingen.html

Um was geht es bei Swiss FluxNet?

Um zu verstehen, wie Ökosysteme auf klimatische Veränderungen reagieren, beobachten Forscherinnen und Forscher die Kohlendioxid- und Energieflüsse zwischen der Atmosphäre und den Ökosystemen. Sie erforschen, welche Systeme mehr Kohlenstoff aufnehmen als abgeben – also Kohlenstoff-Senken sind. Sie fragen, was dazu führt, dass einige Systeme zu Kohlenstoff-Quellen werden – also mehr Kohlenstoff abgeben statt aufnehmen. In der Schweiz gibt es sechs Messstationen, die im 30 Minuten Takt mit Hilfe der Eddy-Kovarianz-Technik[Glossar] Daten über die Flüsse von CO_2, H_2O und den Treibhausgasen CH_4 (= Methan) und N_2O (= Lachgas) in verschiedenen Ökosystemen liefern. Zusätzlich werden auch Daten zur Niederschlagsmenge, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonnenstrahlung, Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur und zum Wärmefluss im Boden erhoben. Zu den Ökosystemen, die untersucht werden, gehören ein Laubwald auf der Lägeren, ein Nadelwald in Davos, ein Acker in Oensingen und Wiesen in Chamau, Früebüel, Alp Weissenstein/Crap Alv. Die Messdaten werden in eine internationale Datenbank eingespeist. Insgesamt gibt es weltweit ca. 650 Messstellen auf fünf Kontinenten und in verschiedenen Vegetationszonen. Dazu zählen gemässigte Nadel- und Laubwälder, tropische und boreale Wälder, Wiesen, Feuchtgebiete und Tundra. Das Ziel ist es, Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Ökosysteme global zu beobachten.

TAKE HOME

Erkläre die Schwankungen des CO_2-Flusses zwischen Atmosphäre und Acker während eines Tages.

Bei welcher Witterung wird mehr, bei welcher weniger CO_2 durch den Acker aufgenommen (bei Aufnahme ist der CO_2-Fluss negativ)?

Welche Veränderungen des CO_2-Flusses erwartest du übers Jahr?

Überlege dir:

Welche Gebiete nehmen unter dem Strich viel CO_2 auf, welche Gebiete geben viel CO_2 ab?

Beachte: Hier ist die Netto-Bilanz gemeint, da ja Ökosysteme während der Nacht CO_2-Quellen und während des Tages CO_2-Senken sind.

Welche Wirkung haben Veränderungen in der Landwirtschaft auf die CO_2-Aufnahme und Abgabe?

RELEVANZ IN WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT



A-Z GLOSSAR

Im Wettlauf mit dem Klimawandel
In den nächsten Jahrzehnten wird der Klimawandel in der Schweiz spürbar werden. In Zukunft werden die Sommer heisser und trockener. Extreme Wetterereignisse (z. B. Starkregenfälle, Hitzewellen und Trockenheiten) wird es häufiger geben. In Gebieten, in denen schon heute Wasser der limitierende Faktor in der Landwirtschaft ist, werden die Auswirkungen eines Temperaturanstiegs und der Rückgang der Niederschläge in den Sommermonaten sich auf das Pflanzenwachstum stark auswirken. Forschende stehen vor einer Reihe von Herausforderungen. Sie möchten Kulturpflanzen züchten, die mit weniger Wasser auskommen und widerstandsfähiger gegen Krankheiten sind. Und sie möchten die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen, die den Klimawandel beschleunigen, reduzieren. Wir möchten dir dies an zwei Beispielen erklären:
Beispiel 1: Je nach Entwicklungsstadium gibt es Unterschiede im Wasserbedarf der Pflanzen. Während der Blüte haben Gräser zum Beispiel einen hohen Wasserbedarf. Forschende an der Universität Basel untersuchen, welche Entwicklungsphasen besonders sensitiv auf Trockenheit reagieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse helfen, Empfehlungen für den landwirtschaftlichen Anbau zu entwickeln, mit denen ideal auf Trockenperioden reagiert werden kann. Dazu zählen u.a. Artempfehlungen oder Bewässerungsstrategien.
Beispiel 2: Pflanzen und Böden binden weltweit ein Viertel des Kohlendioxids, das durch menschliche Aktivitäten freigesetzt wird. Forschende an der ETH Zürich optimieren landwirtschaftliche Anbaumethoden, um Äcker in Kohlenstoffsenken zu verwandeln. Das Pflügen ist in der heutigen Landwirtschaft weit verbreitet. Die Landwirtin oder der Landwirt bricht die ersten 20 cm der oberen Bodenschicht auf und beseitigt gleichzeitig ungewünschte Unkräuter. Das Pflügen zerstört allerdings die Bodenstruktur und verursacht eine Abnahme der Bodenfeuchtigkeit. Die Folgen sind Erosion und ein erhöhter CO_2-Fluss aus den Äckern in die Atmosphäre. Eine Anbaumethode, bei welcher entweder ganz auf das Pflügen verzichtet oder weniger pflügt wird, könnte Abhilfe schaffen. Die Landwirtin oder der Landwirt sät dabei neues Saatgut direkt in die Rückstände der vorhergehenden Kultur und pflügt nur die ersten 5 cm der obersten Bodenschicht. Die Pflanzenrückstände mildern die Temperaturschwankungen im Boden, führen zu mehr organischer Bodensubstanz und einem höheren Wasserhaltevermögen des Bodens und vermindern die CO_2-Abgabe aus dem Boden.

Biogeochemie
Die Biogeochemie befasst sich mit den biologischen, physikalischen und chemischen Prozessen auf der Erdoberfläche, insbesondere mit dem Funktionieren von Ökosystemen und Landschaften.

Eddy-Kovarianz-Technik
Mit ihr lassen sich vertikale turbulente Flüsse von Spurengasen in der bodennahen Atmosphäre messen. Aus hochfrequenten Wind- und Gaskonzentrationsmessungen können so der Gasaustausch zwischen dem Ökosystem und der Atmosphäre berechnet werden.

Stabile Isotope
Atome eines Elements, die sich nur in der Anzahl der Neutronen unterscheiden. Die unterschiedliche Masse der Isotope wirkt sich auf chemische und physikalische Prozesse aus. Die Isotopenverhältnisse können mit einem Massenspektrometer gemessen werden.

CO_2-Sensor
Messgerät zur Erfassung der CO_2-Konzentration mittels Infrarotstrahlung.

Porometer
Messgerät zur Erfassung der stomatären Leitfähigkeit.

Stomatäre Leitfähigkeit
Sie ist ein Mass dafür, wie stark die Spaltöffnungen geöffnet sind, und wie gross daher der Gasaustausch zwischen dem Blatt und der Atmosphäre ist.

NINA BUCHMANN
Geoökologin



Forschungsprojekte

Nina Buchmann ist Professorin für Graslandwissenschaften an der ETH Zürich. Nina Buchmann und ihre Arbeitsgruppe untersuchen die Wirkungen des Klimawandels auf den Austausch verschiedener Treibhausgase zwischen der Biosphäre und der Atmosphäre, und zwar sowohl in Agrarökosystemen als auch im Wald. Eine solche Forschung erfordert unterschiedliche wissenschaftliche Ansätze und Fachkompetenzen. Für ihre Beobachtungen und Experimente entwickelt Nina Buchmann und ihr Team neue Messinstrumente und Analysemethoden. Eine davon ist die Stabile-Isotopen-Analytik. Bei dieser Analysemethode hilft den Forschenden, dass Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff in der Natur in verschiedenen Formen vorkommen, sogenannten stabilen Isotopen. Anhand der Isotopenverhältnisse lässt sich die Reaktion von Pflanzen auf höhere CO_2-Konzentration in der Luft, höhere Temperaturen und weniger Regen bestimmen. Die CO_2- und Wasserdampf-Flüsse in Blättern haben dann ein ganz bestimmtes Isotopenverhältnis. Bei der Fotosynthese werden CO_2-Moleküle mit leichteren ^{12}C-Isotopen den CO_2-Molekülen mit schwereren ^{13}C-Isotopen bevorzugt. Das nennt man Isotopen-Diskriminierung. Also hat der pflanzlich gebundene Kohlenstoff eine andere Isotopen-Zusammensetzung als die Luft. Ist nun die Pflanze zum Beispiel wegen Trockenheit gestresst, führt das zu einer veränderten Diskriminierung der Isotope während der Fotosynthese und demzufolge zu einer veränderten Isotopensignatur des Pflanzengewebes. Oder es lässt sich aus der Isotopen-Analyse von Pflanzenmaterial ermitteln, welche Wasserquelle eine Pflanze nutzt (Regen, Grundwasser, Nebel), da sich die Isotopenverhältnisse der Wassermoleküle aus den verschiedenen Quellen unterscheiden. Mittels mikrometeorologischer Messmethoden wie der Eddy-Kovarianz-Technik untersuchen die Forscherinnen und Forscher in Nina Buchmanns Gruppe ausserdem die Gas- und Energieflüsse zwischen Ökosystem und Atmosphäre. Man kann aber auch untersuchen, wie sich das Baumwachstum und physiologische Bodenprozesse ändern und ob Wälder als Kohlenstoffquellen oder -senken wirken. Ziel ist es, die Auswirkungen der klimatische Veränderungen auf Ökosysteme zu verstehen, um die Folgen zu mindern.

Q+A

Wie bist du zu deinem Forschungsgebiet gekommen?
Bereits während des Studiums der Geoökologie haben mich Ökosysteme fasziniert. Ich wollte mehr darüber herausfinden, wie Wälder, Wiesen und Äcker funktionieren und welchen Einfluss pflanzliche Vielfalt auf Ökosysteme hat. Damals war «Waldsterben» das grosse Thema. Ich untersuchte als Diplomandin, welchen Einfluss Stickstoff-Deposition und daher veränderte Nährstoffverfügbarkeiten im Boden auf das Wachstum von Bäumen hatten. Das führte dann schnell zum Wunsch, diese atmosphärischen Stickstoff-Einträge ins und im Ökosystem direkt zu verfolgen. Aber das geht nur mit stabilen Isotopen, mit denen ich seit meiner Dissertation arbeite, erst für Stickstoff, dann für Kohlenstoff, später auch für Wasser. Es kamen dann immer neue Fragen und Themen hinzu: Klimawandel, Biodiversität, Ressourcennutzung, nachhaltige Bewirtschaftung bis hin zur Welternährung.

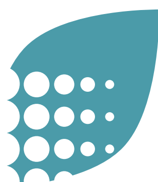
Was sind die wichtigesten Voraussetzungen für deinen Beruf?
Neugier und Zielstrebigkeit, interdisziplinäres Fachwissen und die Freude, dieses zu teilen, Teamfähigkeit, Organisationstalent und Humor! Als Professorin an der ETH Zürich habe ich viele Aufgaben, da wird es mir nie langweilig.

Was sind die nächsten Herausforderungen?
Mit unserer Forschung wollen wir einen Beitrag leisten, das Funktionieren von Agrar- und Waldökosystemen besser zu verstehen. Es geht darum, Ökosysteme effizienter zu bewirtschaften und widerstandsfähiger gegenüber Klimawandel zu machen.

ZURICH-BASEL PLANT SCIENCE CENTER

Das Zurich-Basel Plant Science Center ist ein Kompetenzzentrum für Pflanzenwissenschaften an den drei Hochschulen ETH Zürich, Universität Zürich und Universität Basel. Es umfasst 33 Forschungsgruppen mit rund 600 Forschenden. Das Zentrum fördert sowohl Grundlagenforschung, wie auch angewandte Forschung in den vielseitigen Disziplinen der Pflanzenwissenschaften. Das Zurich-Basel Plant Science Center bietet ein breites Angebot an Workshops, Exkursionen und Freizeitaktivitäten für LehrerInnen, Familien, Schulklassen und interessierte Personen an, mit der Möglichkeit, Pflanzenforschung zu erleben und mit WissenschaftlerInnen vor Ort zu diskutieren.

Aktuelle Angebote finden Sie hier: plantsciences.uzh.ch/de/outreach





Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Unterstützung
Die PSC Discovery Workshops wurden unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds.
Agora Grant Nr. 158542: PSC Discovery Programm für Jugendliche.

Partner
ETH MINT Lernzentrum

Copyright
© Zurich-Basel Plant Science Center.
PSC Discovery Workshops: Klimawandel, 2018

Die Inhalte des Forschungshefts sind unter CC BY-NC-SA 2.5 CH (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ch) frei verfügbar.

Zitiervorschlag
Buchmann, N., Keller, S., Schläpfer, J., Rapo, C., Faller, P., Paschke, M., Dahinden, M. (2018). PSC Discovery Workshops: Forschungsheft Klimawandel. Zurich: Zurich-Basel Plant Science Center.
ISBN: 978-3-906327-46-4.

Herausgeber
Zurich-Basel Plant Science Center
Geschäftstelle, ETH Zürich, TAN D 5.2
Tannenstrasse 1
8092 Zürich
Schweiz
+41 44 632 23 33
info-plantscience@ethz.ch
www.plantsciences.ch

AutorInnen
Nina Buchmann, Sabina Keller, Juanita Schläpfer, Carole Rapo, Patrick Faller, Melanie Paschke, Manuela Dahinden

Layout & Illustration
fabianleuenberger.com

PDF-Download
plantsciences.uzh.ch/de/outreach/atschool/discovery

Version 1.1. — 2018-11-13